O PAPEL DA SERRAPILHEIRA COMO AGENTE REGULADOR DE FATORES FÍSICOS EM AMBIENTES FLORESTAIS: IMPLICAÇÕES NA REABILITAÇÃO ECOSSISTÊMICA

Rita de Cássia Martins MONTEZUMA[1]
Edson Soares FIALHO[2]
Ernesto Gomes IMBROISI[3]

RESUMO

A recuperação de áreas degradadas passa pela necessidade de se compreender as relações complexas entre os diversos compartimentos que compõem o sistema florestal. Parte dessa análise requer uma conjugação de escalas que visa o entendimento em resolução mais fina e a avaliação dessas conseqüências na escala da paisagem, onde as ações humanas transparecem nas transformações que operam. A variabilidade estrutural e funcional própria dos ambientes tropicais aponta para uma heterogeneidade, em cuja redundância funcional repousa os mecanismos mantenedores da estabilidade e, em alguns casos, da resiliência. Pequenas variações entre fatores físicos, como luminosidade, temperatura e umidade do ar e do piso florestal repercutem no subsistema decompositor afetando os padrões de ciclagem dos nutrientes e acarretando variações na fertilidade do solo, interferindo nas condições vegetacionais. Estas, por outro lado, respondem à variabilidade interna completando um circuito de retroalimentação. Alterações nesses mecanismos, através de ações antrópicas diretas e indiretas retardam o desenvolvimento sucessional. A presença de serrapilheira resulta em um tamponamento dos efeitos do ambiente externo sob o solo, que pode alterar a germinação e o estabelecimento de plântulas. O retardo na sucessão florestal prejudica o controle hidrológico nesses ambientes, podendo induzir processos erosivos em ambientes montanhosos. A alteração microclimática é apontada como uma das principais causas da transformação dos ambientes de borda. Aumento da temperatura do ar e do solo, incidência solar, maior intensidade do vento e redução na umidade relativa do ar e do solo nas áreas de borda, são efeitos esperados após a ocorrência de distúrbios. A título de analisar o papel da serrapilheira como reguladora térmica em ambiente florestado, foi realizada uma campanha de campo em maio de 2003, com duração de 4 horas, empregando-se 3 tratamentos: serrapilheira espessa (entre 6 e 8 cm de altura), serrapilheira delgada (entre 1 e 2 cm) e solo exposto. Cada tratamento foi observado sob condição de sombra e exposição direta ao sol. A temperatura foi mensurada ao longo do perfil: temperatura do ar a 1,5 m acima do solo; sobre a serrapilheira; entre a serrapilheira e o horizonte mineral e a 5 e 10 cm de profundidade no solo. Foram utilizados os termômetros de solo digitais Gulterm 180, resolução de 0,1º C, calibrados na estação de Agrometeorologia do Depto. de Meteorologia/UFRJ. Em paralelo empreendeu-se a verificação do grau de luminosidade da área de estudo empregando-se o instrumento de bolso Luxímetro Digital Unity código 6404 com 5% de precisão. Foram tomadas medidas à luz e à sombra e os valores foram expressos em quantidade de lux. Para a análise estatística básica, como média, desvio padrão, erro padrão e valores máximos e mínimos, utilizou-se o programa Excell 2000 e para comparação entre os tratamentos foi realizado ANOVA *one way* e *general model* utilizando o programa MINITAB®13.20 para Windows, versão 1995. O perfil entre a temperatura do ar e o solo mineral a 10 cm de profundidade em alguns tratamentos ultrapassou 4º C, demonstrando a importância da estrutura da serrapilheira como tamponadora do ambiente físico. Este pode ser considerado como

[1] Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio, Professora Dra. montezum@geo.puc-rio.br
[2] Doutorando do Programa de Pós-graduação do Programa em Geografia Física da USP, Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio, Professor MSc. doutorfialho@yahoo.com.br
[3] Departamento de Geografia e Meio Ambiente PUC-Rio, Bolsista PET netogomes@gpark.com.br

responsável pela menor perda de calor no topo do solo, explicando a ocorrência da temperatura do ar abaixo dos valores nas camadas do piso florestal, conforme constatado por Montezuma (2005). Comparando espessura de serrapilheira sob sol e em condição de sombreamento, foi verificado que quanto maior a espessura, maior a diferença de temperatura ao longo do perfil ar-interior do solo, em ambos tratamentos. Para a fauna e flora edáfica, diferenças de 4 a 6º C, como as observadas neste estudo podem ser fatores significativos no comportamento migratório e sobrevivência de algumas espécies responsáveis pela ciclagem de nutrientes, os quais garantem a auto-sustentabilidade ecossistêmica.

INTRODUÇÃO

Apesar das recentes transformações, as florestas ainda detêm cerca de 70% da biodiversidade do planeta (WILSON, 1997; MYERS, 1997; RAVEN, 1997) e desempenham importante papel na manutenção de ciclos hidrológicos em diferentes escalas, na proteção de nascentes e mananciais, na captura de carbono, na absorção de poluentes, na retenção do solo, na proteção de encostas contra deslizamentos, entre outros.

Mudanças na paisagem provocadas pelo desmatamento e a conseqüente redução das florestas a fragmentos promovem profundas alterações físicas no ambiente, entre as quais se destacam as alterações nos fluxos de energia, no sistema de ventos e no regime hídrico. Após a fragmentação, estes fatores físicos tendem a ser menos tamponados: a energia solar que chega ao solo durante o dia e a irradiação à noite aumentam, levando a mudanças no albedo. Com isso, as variações diárias de temperatura tendem a ser mais intensas; os ventos, mais intensos e diretos, ajustados às novas rugosidades; a interceptação das chuvas, menor; e a evapotranspiração, maior. Todos estes fatores podem levar a modificações no clima regional que repercutem nos remanescentes florestais, agora submetidos a condições climáticas alteradas, tanto no seu exterior quanto internamente ao longo de todos os estratos do fragmento (FORMAN & GODRON, 1986; SAUNDERS *et al.*, 1991; NAVEH & LIEBERMAN, 1994; HUGGET, 1995). Tais alterações podem promover o colapso da biomassa armazenada nos fragmentos devido à substituição de árvores de grande porte por espécies de crescimento rápido que parecem contribuir significativamente para o efeito estufa (LAWRANCE *et al.*, 1997), espelhando a conjugação desses efeitos da microescala à escala global.

Neste contexto, conhecer como se dão os principais processos ecossistêmicos pode representar uma chave para entender melhor como as florestas são capazes de se manter e servir como base para propor formas de gestão de tantos outros remanescentes florestais em condições similares encontrados em todo o planeta. Para tanto há que se enfocar o funcionamento dos ecossistemas identificado como ocorrendo em três subsistemas: o subsistema produtor, o subsistema de herbivoria, e o subsistema decompositor.

Neste trabalho a problemática central diz respeito ao conhecimento dos processos que ocorrem no subsistema decompositor. A ênfase será dada ao comportamento da temperatura a título de avaliar em que medida a estruturação e a composição da serrapilheira irá se refletir sobre a superfície do solo mineral – local onde se dá a renovação do subsistema produtor - destacando-se a importância das condições da serrapilheira na manutenção da sustentabilidade do sistema florestal.

O SUBSISTEMA DECOMPOSITOR

A integridade do ecossistema é mantida quando há um equilíbrio nas transferências de matéria e energia entre eles e pode ser medida através de processos e fluxos que ocorrem entre a produção e a decomposição (SWIFT *et al.*, 1979). Nos ecossistemas florestais, o subsistema produtor é sobretudo constituído pelas árvores, embora não se possa descartar a importância de algas, epífitas, lianas e ervas. O subsistema decompositor, por sua vez, é formado por todo o material produzido pela vegetação e os organismos que atuam em sua

decomposição. Este material ao cair vai constituir uma camada de serrapilheira que com o ataque da fauna e dos microorganismos será decomposta e reciclada (ODUM, 1971; SWIFT *et al.*, 1979; LAVELLE & KOHLMANN, 1984; GARAY & SILVA, 1995).

A serrapilheira que se deposita sobre o piso florestal resulta de um balanço entre o aporte do material orgânico (sobretudo foliar) produzido e a decomposição. No entanto, se por um lado, o aporte é resultante da "capacidade" das plantas produzirem matéria orgânica e de suas estratégias fenológicas de abscissão, a decomposição é conseqüência de um conjunto mais complexo de fatores. Para ela contribuem não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos aportes orgânicos, a estrutura da rocha mãe, a profundidade do solo e sua capacidade de integrar o material decomposto, e um conjunto diverso e complexo de organismos que atuam na decomposição (SWIFT *et al.*, 1979; GARAY & SILVA, 1995; PELLENS & GARAY, 1999a e b; GARAY *et al.* 2004).

A incorporação do produto da decomposição pelo sistema vegetacional é o que garante a sustentabilidade das florestas. Em ambientes tropicais úmidos, onde predominam solos altamente intemperizados e oligotróficos, mecanismos de resgate e recaptura de nutrientes são desenvolvidos no sentido de evitar essas perdas (STARK & JORDAN, 1978; CLEVELÁRIO Jr., 1990 e 1996; JORDAN, 1991). Neste aspecto, a serrapilheira acumulada no piso florestal desempenha papel crucial na retenção dos nutrientes que garantem a sustentabilidade da floresta, ao atuar como uma resina iônica capaz de absorver íons a partir da chuva e de reter e trocar íons com a vegetação, assegurando uma ciclagem direta de nutrientes (CLEVELÁRIO Jr., 1988).

O papel da serrapilheira na retenção de água, por exemplo, não se restringe ao momento da chuva. Além da capacidade de aumentar com a intensidade da precipitação, a perda da água absorvida, rápida inicialmente, é desacelerada após os primeiros três dias, mantendo um certo grau de umidade por longo período (MIRANDA, 1992). Esta retenção diferencial no tempo tem como conseqüência uma liberação gradativa de água para o sistema, aumentando a proteção contra a erosão. Uma vez que o teor de umidade é mantido, forma-se um reservatório para o sistema que permite a germinação de sementes e o recrutamento/desenvolvimento de plântulas (plantas jovens). O papel da serrapilheira como berçário para o estabelecimento de novas espécies também é reforçado ao tamponar as condições físicas de temperatura, podendo interferir na estrutura das populações que compõem essas comunidades, executando uma função preponderante na seleção de espécies que vão dominar a guilda de produtores do ecossistema (FACELLI & PICKET, 1991a e 1991b; FACELLI & FACELLI, 1993; FACELLI, 1994; OGÉE *et al*., 2001). A aquisição de novas plantas para o sistema reflete-se no adensamento dos estratos, que por sua vez irá reduzir os efeitos dos fluxos de água que atingirão o solo, fechando um circuito de retro-alimentação.

Todavia, a funcionalidade deste subsistema é variável em função de alguns critérios, tais como a proporção de cada um dos seus componentes (galhos, folhas, material reprodutivo, presença ou ausência de malha de raízes finas), tamanho, constituição das camadas e tipo de decomposição, os quais, por sua vez, são funções das condicionantes edáficas, climáticas e vegetacionais (GARAY & SILVA, 1995), importando ainda a fenofase (fases e períodos de desenvolvimento vegetal) e a idade da vegetação.

A combinação de fatores físicos alteram a velocidade de decomposição, a qual irá ser refletida sobre a estrutura e volume das camadas da serrapilheira. A alteração microclimática é apontada como uma das principais causas da transformação dos ambientes de borda. Aumento da temperatura do ar e do solo, incidência solar, maior intensidade do vento e redução na umidade relativa do ar e do solo nas áreas de borda, são efeitos esperados após a ocorrência de distúrbios e tais efeitos podem afetar a atividade biogênica da comunidade decompositora. A redução do tempo de decomposição por exemplo, acarreta a menor altura de suas camadas e, por conseguinte, no menor armazenamento de água. Contudo, a decomposição acelerada significa mais rápida incorporação de material orgânico ao solo, favorecendo o comportamento da fauna edáfica

e ambos promovem uma maior bioturbação, cuja principal conseqüência está na mudança da estruturação física do topo do solo, aumentando sua permeabilidade.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Foi realizada uma campanha de campo em uma área de mata secundária no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro/RJ (figura 1) em maio de 2003, com duração de 4 horas, sob predomínio do sistema anticilonal semi-fixo do atântico sul, também conhecido como Massa Tropical Atlântica, que propiciou um tempo de céu parcialmente nublado, oscilando de 2/8 a 4/8 e ventos fracos, condições propícias para perda de energia irradiada da superfície terrestre à atmosfera.

Foram empregados 3 tratamentos considerando a espessura da serrapilheira: 1) serrapilheira espessa – entre 6 e 8 cm, 2) serrapilheira delgada – entre 1 e 2 cm e 3) solo exposto (controle). Cada tratamento foi observado sob condição de sombra e exposição direta ao sol e ainda na presença ou não de folhas de palmeira. A temperatura foi mensurada ao longo do perfil: temperatura do ar a 1,5 m acima do solo; sobre a serrapilheira; entre a serrapilheira e o horizonte mineral e a 5 e 10 cm de profundidade no solo.

Foram utilizados termômetros de solo do tipo digital Gulterm 180, resolução de 0,1^{o} C, calibrados na estação de Agrometeorologia do Deptartamento de Meteorologia/UFRJ, utilizando termômetro padrão de bulbo seco, posicionado na mesma direção dos termômetros em teste a título de minimizar as variações entre eles. A calibração foi realizada ao longo de três dias totalizando 54 medições, após as quais obteve-se uma média das diferenças para cada termômetro e este valor foi subtraído para efeito de correção.

Em paralelo empreendeu-se a verificação do grau de luminosidade da área de estudo empregando-se o instrumento de bolso Luxímetro Digital Unity código 6404 com 5% de precisão. Foram tomadas medidas à luz e à sombra e os valores foram expressos em quantidade de lux.

Para a análise estatística básica, como média, desvio padrão, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos, utilizou-se o programa Excell 2000 e para comparação entre os tratamentos foi realizado ANOVA *one way* e *GLM model* utilizando o programa MINITAB® 13.20 para Windows, versão 1995, cedido pelo Prof. Philippe Grandcolas do Museu Nacional de História Natural da França (CNRS/MNHN).

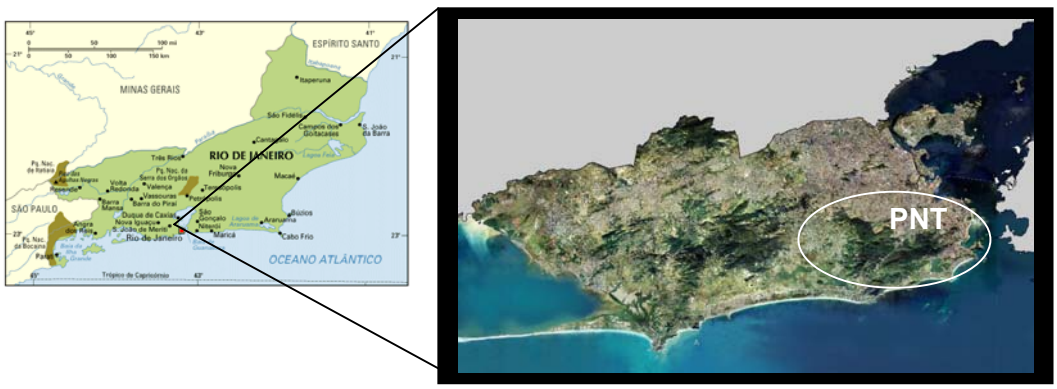

Figura 1: Imagem de satélite do município do Rio de Janeiro com a localização do Parque Nacional da Tijuca (PNT) em destaque. Fonte: Prefeitura do Rio de Janeiro, http://www.guianet.com.br .

RESULTADOS

A luminosidade média à sombra apresentou-se mais estável do que ao sol (CV = 17%), resultando em uma média de 189,0 ± 32,1 Lux para uma amplitude de 144 a 220 Lux. Sob o sol a média obtida foi de 1.504,7 ± 1.895,7 Lux, variando entre 144 a 3.670,0 Lux (CV = 126%). Embora a área de estudo esteja sob um estágio sucessional secundário, exibindo um dossel pouco estratificado, ambas as condições refletiram a importância da cobertura vegetacional na interceptação da radiação luminosa, uma vez que na estrada contígua a luminosidade alcançada foi de 30.000 e 928 Lux ao sol e à sombra, respectivamente.

Em todos os tratamentos a temperatura do ar diferiu significativamente de todas as demais ao longo do perfil (ANOVA F = 600,21; *p = 0,000*; GL = 12 e F = 325,91; p = 0,000; GL = 18). Como pode ser observado na tabela 1, o perfil de temperatura entre o ar a 1,5 m e as duas profundidades do solo mineral apresentou os maiores valores obedecendo a sequência decrescente no sentido do ar até o substrato imediatamente abaixo (solo exposto ou superfície da serrapilheira).

De acordo com os dados apresentados na figura 2 percebe-se que a temperatura do ar apresentou uma diferença de 2,5º C até 4,3º C em relação à temperatura do solo exposto, enquanto no solo sombreado a diferença foi menor, variando de 2,5º a 4,0º C. Ao se comparar a temperatura do ar com a superfície em presença de serrapilheira, a diferença de temperatura diminui à medida que a espessura da serrapilheira aumenta, tal diferença pode atingir 40%. Esta constatação vem confirmar o papel de tamponamento do ambiente físico pela serrapilheira.

A comparação entre os tratamentos demonstrou que quanto maior a espessura da serrapilheira maior o tamponamento, sendo que na presença de folhas de palmeiras ocorre uma maior retenção de calor, especialmente quando combinado a uma maior espessura da serrapilheira (ANOVA F = 4,16; *p = 0,000*, GL = 7).

MONTEZUMA (2005), analisando o microclima do piso florestal ao longo de um período de 12 horas (6h às 17h), em cicatrizes de movimento de massa no Parque Nacional da Tijuca, observou que em alguns casos a temperatura do ar atingiu valores inferiores ao registrado a 10 cm do solo, demonstrando que o tamponamento exercido pela serrapilheira é capaz de reduzir a amplitude térmica do primeiro segmento do solo. Para a cadeia decompositora, seja aquela presente na serrapilheira ou a edáfica (presente no solo mineral propriamente dito), diferenças de temperatura de 4 a 6 ^{o}C podem ser fatores significativos no comportamento migratório e sobrevivência de algumas espécies (PAPATHEODOROU *et al*. 2004).

A importância da composição da serrapilheira na ciclagem dos nutrientes (DELAMÔNICA *et al*. 2002) e no controle hidrológico já foi comentada pela literatura (COELHO NETTO, 1987). Entretanto, o seu papel no controle da temperatura ainda carece de mais observações. É imperativo frisar que o papel funcional desse subsistema no que se refere ao somatório da regulação sobre temperatura, umidade e difusão de gases, tem como resultante a conformação ambiental para as atividades da comunidade decompositora em primeira instância e para o banco de sementes e plântulas que desencadeiam os processos de renovação e substituição do sistema como um todo.

A recuperação de áreas degradadas, por exemplo, passa pela necessidade de se compreender as relações complexas entre os diversos compartimentos que compõem o sistema florestal. Parte dessa análise requer uma conjugação de escalas que visa o entendimento em resolução mais fina e a avaliação dessas conseqüências na escala da paisagem, onde as ações humanas transparecem nas transformações que operam. A variabilidade estrutural e funcional própria dos ambientes tropicais aponta para uma heterogeneidade, em cuja redundância funcional repousa os mecanismos mantenedores da estabilidade e, em alguns casos, da resiliência do sistema.

Tabela 1. Valores de temperatura do ar média, desvio padrão (DP), máxima (max), mínima (min) e coeficiente de variação (CV) entre os tratamentos.

TRATAMENTO	perfil	média	DP	max	min	CV (%)
solo exposto/sombra	Ar	26,2	0,5	27,0	25,6	1,8
	0 cm	23,3	0,4	24,1	22,6	1,8
	5,0 cm	21,8	0,1	22,0	21,6	0,5
	10,0 cm	21,6	0,1	21,9	21,4	0,7
solo exposto/sol	0 cm	23,0	0,2	23,3	22,7	1,0
	5,0 cm	21,7	0,1	21,8	21,5	0,4
	10,0 cm	21,4	0,1	21,5	21,2	0,5
serrapilheira espessa/sombra	Serrapilh.	24,6	0,3	25,2	24,2	1,2
	0 cm	22,5	0,3	23,2	22,2	1,4
	5,0 cm	21,8	0,1	22,0	21,6	0,6
	10,0 cm	21,5	0,1	21,6	21,5	0,2
Serrapilheira espessa/sol	Serrapilh.	25,0	0,4	26,0	24,6	1,7
	0 cm	22,9	0,3	23,5	22,5	1,4
	5,0 cm	22,2	0,1	22,4	22,0	0,5
	10,0 cm	21,9	0,1	22,1	21,8	0,4
serrapilheira delgada/sombra	Serrapilh.	24,3	0,3	24,6	23,7	1,1
	0 cm	21,9	0,2	22,3	21,7	0,9
	5,0 cm	21,3	0,1	21,4	21,2	0,3
	10,0 cm	21,1	0,1	21,2	21,0	0,4
Serrapilheira delgada/sol	Serrapilh.	24,5	0,3	24,9	24,0	1,2
	0 cm	21,7	0,3	22,1	21,3	1,3
	5,0 cm	21,1	0,1	21,2	21,0	0,4
	10,0 cm	19,1	5,7	21,0	20,9	0,3
serrapilheira espessa e palmeira	Serrapilh.	25,3	0,4	25,9	24,7	1,5
	0 cm	22,8	0,2	23,3	22,5	0,9
	5,0 cm	22,1	0,2	22,6	22,0	0,9
	10,0 cm	21,9	0,1	21,9	21,8	0,2
serrapilheira delgada e palmeira	Serrapilh.	24,6	0,3	25,1	24,1	1,0
	0 cm	21,9	0,3	22,3	21,4	1,2
	5,0 cm	21,4	0,2	21,9	21,3	0,9
	10,0 cm	21,2	0,0	21,3	21,1	0,2

Pequenas variações entre fatores físicos como luminosidade, temperatura e umidade do ar e do piso florestal repercutem no subsistema decompositor afetando os padrões de ciclagem dos nutrientes e acarretando variações na fertilidade do solo, interferindo nas condições vegetacionais.

Estas por outro lado, respondem à variabilidade interna completando um circuito de retroalimentação. Alterações nesses mecanismos, através de ações antrópicas diretas e indiretas, retardam o desenvolvimento sucessional. A presença de serrapilheira demonstra exercer um tamponamento dos efeitos do ambiente externo sob o solo, que pode alterar a germinação e o estabelecimento de plântulas. Em outra escala, o retardo na sucessão florestal prejudica o controle hidrológico nesses ambientes, podendo induzir processos erosivos em ambientes montanhosos.

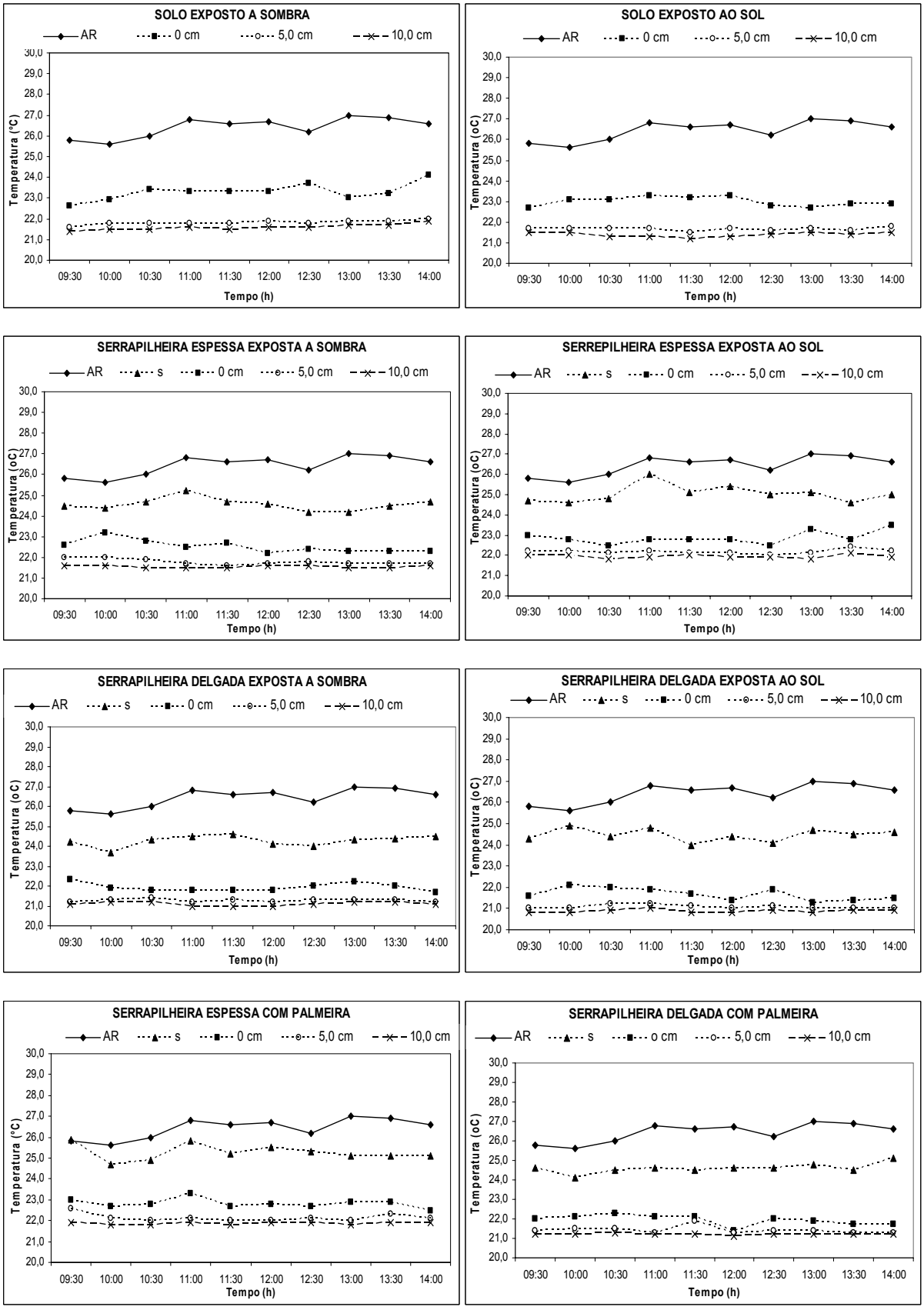

Figura 2: Variação da temperatura ao longo do perfil ar (1,5 m), superfície do piso florestal (s), superfície do solo mineral (0 cm) e interior do topo do solo (5,0 cm e 10 cm) sob 7 tratamentos em sistema florestal secundário. Maio/2003 Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Geografia e Meio Ambiente da PUC-Rio pelo suporte financeiro; a Dra. Roseli Pellens do Museu Nacional de História Natural da França (CNRS/MNHN) pelas sugestões e a Dra. Ana Luiza Coelho Netto – GEOHECO/IGEO/UFRJ, pelo cessão do equipamento.

REFERÊNCIAS

CLEVELÁRIO Jr., J. **Quantificação da massa e do reservatório de nutrientes na serapilheira da Bacia do Alto rio da Cachoeira, Parque Nacional da Tijuca e avaliação da sua participação na ciclagem de nutrientes**. Niterói. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geoquímica/UFF. 1988. 152p.

CLEVELÁRIO Jr., J.Teor de umidade na serrapilheira da bacia do Alto Rio Cachoeira, Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. In: II SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA. ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO. São Paulo. **Anais**. São Paulo: v. 1, 327-336. 1990

CLEVELÁRIO Jr., J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montano**. Viçosa. Doutorado (Tese). Departamento de solos e nutrição de plantas/UFV. 1996. 150p.

COELHO NETTO, A. L. Overlandflow procuction in a tropical rainforest catchment: the role of litter cover. **Catena**, v 14, p.213 – 231, 1987.

DELAMÔNICA, P. LIMA, D.F., OLIVEIRA, R.R., MANTOVANI, W. Estrutura e funcionalidade de populações de Miconia cinnamomifolia (DC). Naud em florestas secundárias estabelecidas sobre antigas roças caiçaras. **Pesquisa Botânica**. v. 52, p 125 – 142, 2002.

FACELLI, J. M. & PICKET, T.A. Plant litter: light interception and effects on an old-field plant community. **Ecology**, n. 72,1024-1031, 1991a.

FACELLI, J. M. & PICKET, T.A. Direct and indirect effects on plant litter on woody seedlings subject to competition. **Oikos**, n. 62, 129 – 138,1991b.

FACELLI, J.M. e FACELLI, E. Interactions after death: plant litter controls priority effects in a successional plant community. **Oecologia**, n. 95, 277-282, 1993.

FACELLI, J.A. Multiple indirect effects of plant litter affect the establishment of woody seedlings in old fields. **Ecology**, v. 75, n. 6, 1727 – 1735, 1994.

FORMAN, R.T.T. GODRON, R. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1986. 712 p.

GARAY, I. & SILVA, B.A.O. Húmus florestais: síntese e diagnóstico das interrelações vegetação/solo. **Oecologia Brasiliensis,** n. 1, 19-46, 1995.

GARAY, I., PELLENS, R., KINDEL, A., BARROS, E., & FRANCO, A. A. Evaluation of soil conditions in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maid and *Acacia mangium* Wild in Brazil: a contribution to the study of sustainable land use. **Applied Soil Ecology,** n. 27, 177 – 187, 2004.

HUGGETT, R.J. **Geoecology – an evolutionary approach**. London: Routledge,. 1995. 320p.

JORDAN, C.F., Nutrient cycling processes and tropical forest management. In: GOMEZ-POMPA,A. WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. **Rain Forest Regeneration and Management**. Paris: UNESCO, P 159-180. 1991.

LAURANCE, W. F. *et al*., Biomass collapse in Amazonian Forest Fragments. **Science**, n. 278, 1117-1118, 1997.

LAVELLE P. E KOHLMANN B. Étude quantitative de la macrofaune du sol dans une forêt tropicale humide du Mexique (Bonampak, Chiapas), **Pedobiologia**, n. 27, 377-393, 1984.

MIRANDA, J.C. **Intercepção das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca, RJ**. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado. PPGG/IGEO/UFRJ. 1992. 100p.

MYERS N. Florestas tropicais e suas espécies — sumindo... sumindo. In: Wilson E.O. (org.). ***Biodiversidade***. Ed. Nova Fronteira, 1997. 657p.

MONTEZUMA, R.C.M. **Produção e reabilitação functional do piso florestal de cicattriz de deslizamento/PNt, Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Tese de Doutorado. IGEO/CCMN/UFRJ. 2005. 294p.

NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A. S. **Landscape Ecology - Theory and application**. New York, 2nd Ed. Springer-Verlag,. 1993. 360 p.

ODUM,E. P**. Fundamentos de Ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian,. 1971. 927 p.

OGÉE, J.; LAMAUD, E.; BRUNET, Y.; BERBIGIER, P. & BONNEFOND, J.M. a long-term study of soil heat flux under a forest canopy. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 106, 173 – 186, 2001.

PAPATHEODOROU, E.M.; ARGYROPOULOU, M.D. & STAMOU, G.P. The effects of large- and small-scale differences in soil temperature and moisture on bacterial functional diversity and the community on bacterivourous nematodes. **Applied Soil Ecology**, n. 25, 37-49, 2004.

PELLENS R. E GARAY I. A Comunidade de macroartrópodos edáficos em uma plantação de Coffea robusta Linden (Rubiaceae) e em uma floresta primária em Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 1, 245-258, 1999a.

PELLENS R. E GARAY I. Edaphic macroarthropod communities in fast-growing plantations of Eucalyptus grandis Hill ex Maid (Myrtaceae) and Acacia mangium Wild (Leguminosae) in Brazil. **European Journal of Soil Biology**, v. 35, n. 2, :77-89, 1999b.

RAVEN, P. Nossas decrescentes florestas tropicais. In: WILSON, E. O. (org). **Biodiversidade**. Ed Nova fronteira, 1997, 657 p.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J. & MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, v. 5, n. 1, 18 – 32, 1991.

SWIFT, N. J., HEAL, O. W., ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecossistems**. Oxford: Blackwell, 1979. p. 372.

STARK, N. & JORDAN, C. F. Nutrient retention by the root mat of an Amazonian rain forest. **Ecology**, n. 59, 434-437, 1978.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E. O. (org). **Biodiversidade**. Ed Nova fronteira, 1997, 657 p.